

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-101030

(43)Date of publication of application : 05.04.2002

(51)Int.Cl.

H04B 7/08

H01Q 3/26

H04B 7/10

(21)Application number : 2000-288938

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 22.09.2000

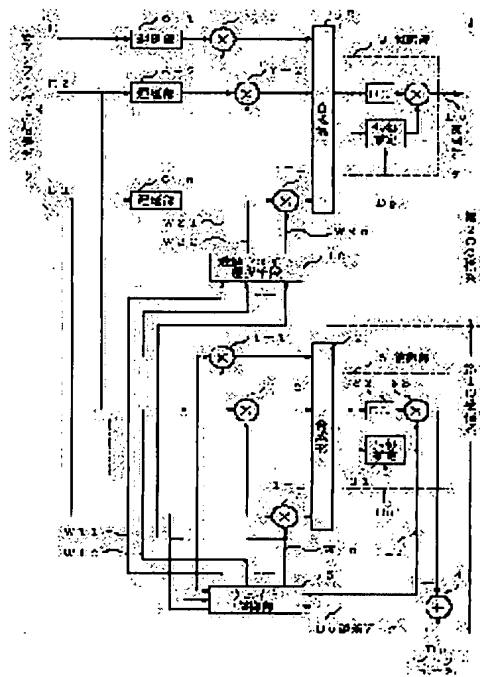
(72)Inventor : YAMAGISHI HIROMITSU

(54) RECEPTION DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce errors in demodulation, and at the same time, to eliminate instability in weight.

SOLUTION: A weight control section 5 of a first reception system updates and outputs the weights $W11, \dots, W1n$ with which signal data $D1, \dots, Dn$ of each antenna element are multiplied for each symbol, so that the value of error data De indicating the difference between demodulation pilot data and known data Dp is minimized. An optimum weight selection means 10 of a second reception system stores the weight $W11, \dots, W1n$, outputted from the weight control section 5 of the first reception system in units of slots for selecting the optimum weight in units of slots. The second reception system gives specific delays to the signal data of each antenna element at a delay section 6, and the optimum weight selected by the optimum weight selection means 10 is multiplied at a multiplication section 7, combines the multiplication output at a combining section 8, and performs demodulation for outputting demodulation data Do .



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.08.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3525880

[Date of registration] 27.02.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-101030
(P2002-101030A)

(43) 公開日 平成14年4月5日 (2002.4.5)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
H 0 4 B 7/08		H 0 4 B 7/08	D 5 J 0 2 1
H 0 1 Q 3/26		H 0 1 Q 3/26	Z 5 K 0 5 9
H 0 4 B 7/10		H 0 4 B 7/10	A

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-288938(P2000-288938)

(22) 出願日 平成12年9月22日 (2000.9.22)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 山岸 寛光

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100082935

弁理士 京本 直樹 (外2名)

Fターム(参考) 5J021 AA05 DB01 EA06 FA09 FA13

FA16 FA18 FA21 FA32 HA06

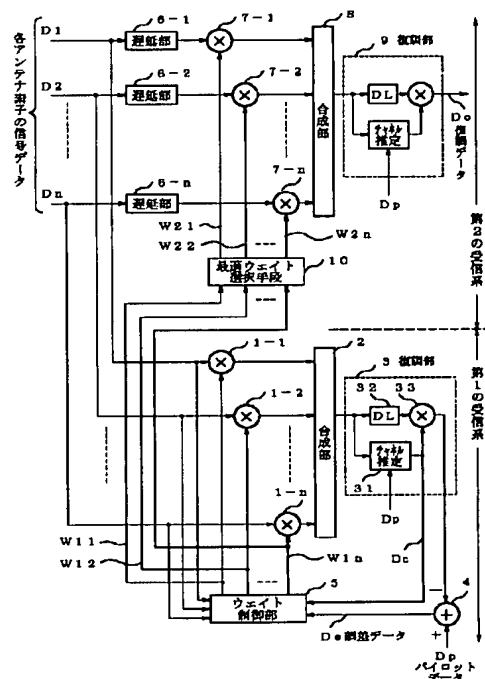
5K059 CC03 CC04 DD31 EE02

(54) 【発明の名称】 受信装置

(57) 【要約】

【課題】 復調誤差を減らすと共に、ウェイトの不安定性をなくす。

【解決手段】 第1の受信系のウェイト制御部5は、復調パイロットデータと既知パイロットデータD_pとの差分を示す誤差データD_eの値が最小となるように、各アンテナ素子の信号データD₁, ..., D_nにそれぞれ乗算するウェイトW₁₁, ..., W_{1n}をシンボル毎に更新出力する。第2の受信系の最適ウェイト選択手段10は、第1の受信系のウェイト制御部5から出力されるウェイトW₁₁, ..., W_{1n}をスロット単位で記憶し、その中から最適なウェイトをスロット単位で選択する。第2の受信系は、各アンテナ素子の信号データに所定の遅延を遅延部6で与えた後、最適ウェイト選択手段10によって選択された最適ウェイトを乗算部7でそれぞれ乗算し、これら乗算出力を合成部8で合成した後、復調部9で復調して復調データD_oを出力する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 復調されたパイロットデータと既知のパイロットデータとの差分を示す誤差データの値が最小となるように各アンテナ素子の信号データにそれぞれ乗算するウェイトをスロット内のシンボル毎に更新出力するウェイト制御部と、前記各アンテナ素子の信号データに前記ウェイトをそれぞれ乗算する乗算回路と、これら乗算回路の出力データを合成する合成部と、この合成部の出力データを復調する復調部と、この復調部の復調出力データに含まれる前記復調されたパイロットデータと前記既知のパイロットデータとの差分をとって前記誤差データを生成する加算回路とを有する第 1 の受信系と、前記第 1 の受信系のウェイト制御部から出力されるシンボル毎のウェイトを受けて 1 スロット分を記憶し、その中から最適のウェイトを一つ選択する最適ウェイト選択手段と、前記各アンテナ素子の信号データに前記最適ウェイトをそれぞれ乗算する乗算回路と、これら乗算回路の出力データを合成する合成部と、この合成部の出力データを復調し復調出力データを出力する復調部とを有する第 2 の受信系とを備えることを特徴とする受信装置。

【請求項 2】 前記第 2 の受信系の最適ウェイト選択手段は、前記第 1 の受信系のウェイト制御部から出力されるシンボル毎のウェイトを受けて 1 スロット分をメモリに記憶し、このメモリに記憶された前記シンボル毎のウェイトに対してビームパターンをそれぞれ算出し、算出された各ビームパターンについて受信電力が最大となるピーク方位を検出し、前スロットの最適ウェイトのビームパターンのピーク方位との方位差をそれぞれ算出し、この方位差が一定値以内であるビームパターンに該当するウェイトの中から最適のウェイトを一つ選択することを特徴とする請求項 1 記載の受信装置。

【請求項 3】 前記第 2 の受信系の最適ウェイト選択手段は、前記方位差が一定値以内である各ビームパターンに対して前記ピーク方位の受信電力を基準として他の方位の受信電力とのレベル差を全方位について平均して平均レベル差をそれぞれ算出し、これら平均レベル差が最大となるビームパターンに該当するウェイトを最適ウェイトとして選択することを特徴とする請求項 2 記載の受信装置。

【請求項 4】 前記第 2 の受信系の最適ウェイト選択手段は、前記第 1 の受信系のウェイト制御部から出力されるシンボル毎のウェイトを受けて 1 スロット分をメモリに記憶し、このメモリに記憶された前記シンボル毎のウェイトに対してビームパターンをそれぞれ算出し、前スロットの最適ウェイトのビームパターンのピーク方位に対応する受信電力を基準として他の方位の受信電力とのレベル差を全方位について平均して相対平均レベル差をそれぞれ算出し、これら相対平均レベル差が最大となるビームパターンに該当するウェイトを最適ウェイトとして選択することを特徴とする請求項 1 記載の受信装置。

【請求項 5】 前記第 2 の受信系の最適ウェイト選択手段は、前記第 1 の受信系のウェイト制御部から出力されるシンボル毎のウェイトを受けて 1 スロット分をメモリに記憶し、このメモリに記憶された前記シンボル毎のウェイトの中からスロットの最終シンボルのウェイトを最適ウェイトとして選択することを特徴とする請求項 1 記載の受信装置。

【請求項 6】 前記第 2 の受信系の最適ウェイト選択手段は、前記第 1 の受信系のウェイト制御部からシンボル毎に出力されるウェイトの 1 スロット分を記憶すると共に最適ウェイトの選択処理における算出結果データを一時保管する共通ワークメモリと、この共通ワークメモリに記憶された前記ウェイトに基づき全方位の受信電力を計算するビームパターン算出部と、このビームパターン算出部によりシンボル毎に算出されたビームパターンについて受信電力のピーク値を示すピーク方位をそれぞれ検出するピーク方位検出部と、前スロットの最適ウェイトから算出されたビームパターンのピーク方位と前記ピーク方位検出部により検出された前記ピーク方位とを比較しこの方位差が予め設定された一定値以内であるかを判定するピーク方位有効判定部と、このピーク方位有効判定部により前記方位差が一定値以内であると判定された各ビームパターンについてピーク方位の受信電力を基準として他の方位の受信電力とのレベル差を全方位について求めて平均する平均レベル差算出部と、この平均レベル差算出部により算出された各ビームパターンの平均レベル差を順次比較して平均レベル差が最大となるビームパターンに該当するウェイトを前記最適ウェイトとして選択するウェイト選択部と、を有することを特徴とする請求項 1 記載の受信装置。

【請求項 7】 前記第 2 の受信系の最適ウェイト選択手段は、前記第 1 の受信系のウェイト制御部 5 からシンボル毎に出力されるウェイトの 1 スロット分を記憶すると共に最適ウェイト選択処理における算出結果データを一時保管するための共通ワークメモリと、この共通ワークメモリに記憶された前記ウェイトに基づき全方位の受信電力を計算するビームパターン算出部と、前スロットの最適ウェイトから算出したビームパターンのピーク方位に対応する今回のウェイトから算出したビームパターンの同じ方位での受信電力を基準として他の方位の受信電力とのレベル差を全方位について求めて平均する相対平均レベル差算出部と、前記 1 スロット分の各シンボルのウェイトから算出した相対平均レベル差を順次比較して相対平均レベル差が最大となるビームパターンに該当するウェイトを最適ウェイトとして選択するウェイト選出部と、前記最適ウェイトのビームパターンのピーク方位を検出するピーク方位検出部と、を有することを特徴とする請求項 1 記載の受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数の素子を有するアンテナからの受信データを適応的にウェイト（重み付け）制御し、干渉波を抑圧して所望波を受信するデータ通信用の受信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】干渉波を抑圧して所望波を受信する受信機としては、複数の素子を有するアンテナを用い、各アンテナ素子からの信号データを適応的にウェイト（重み付け）制御して合成する受信装置が実用化されている。

【0003】図6は、この種の受信装置の従来例を示すブロック図である。

【0004】ここで、信号データ D_1 , D_2 , …, D_n は、複数（ n ）の各アンテナ素子の受信信号が直交検波回路（図示せず）によりそれぞれ直交検波されて I 信号（実部）、 Q 信号（虚部）とされた後、 A/D 変換回路（図示せず）によりそれぞれ A/D 変換された複素信号データである。なお、スペクトラム拡散通信の場合は、 A/D 変換された後に逆拡散された複素信号データである。

【0005】複数（ n ）の各アンテナ素子の受信信号から得られた信号データ D_1 , D_2 , …, D_n は、ウェイト制御部5から出力されるウェイト W_1 , W_2 , …, W_n を乗算回路1-1, 1-2, …, 1- n によりそれぞれ複素乗算されることにより、所望信号レベルが最大となるように位相および振幅をそれぞれ調整されて、合成部2により合成される。なお、合成とは、数学的に複素加算することである。

【0006】合成部2により合成された信号データは、復調部3により復調されて復調データ D_o として出力される。なお、信号データは、既知のデータ配列をもつパイロットデータ部分と実際の通信データ部分とからなり、所定のシンボル数で区切られるスロット単位で構成されている。

【0007】復調部3は、伝送路（チャネル）により発生する位相ずれを算出してチャネル推定値の複素共役 D_c を出力するチャネル推定回路31と、チャネル推定値の算出時間に相当する遅延を与える遅延回路（DL）32と、遅延回路32から出力される信号データにチャネル推定値の複素共役 D_c を乗算する乗算回路33とを有している。

【0008】ここで、復調部3のチャネル推定回路31は、合成部2の出力に含まれる受信されたパイロットデータと既知のパイロットデータ D_p とを比較して位相のずれを検出し、スロット内のパイロットデータシンボル数分を平均化してチャネル推定値を算出し、このチャネル推定値の複素共役 D_c を出力する。なお、この位相ずれは伝送路（チャネル）により発生するものであるので、チャネル推定値と称する。また、数学的には、受信されたパイロットデータに既知のパイロットデータ D_p の複素共役を乗算することによって得られる。

【0009】なお、既知のパイロットデータ D_p は、例えば、メモリに予め記憶されたパイロットデータを読み出して生成するが、この構成要素の図示は省略している。

【0010】遅延回路32は、チャネル推定部31がチャネル推定値を算出するに要する時間に応じて設定され、合成部2の出力信号データに遅延を与えてタイミングを合わせる。

【0011】乗算回路33は、遅延回路32から出力される信号データとチャネル推定回路31から出力されるチャネル推定値の複素共役 D_c とを乗算することにより信号データを復調し、復調データ D_o を出力する。なお、復調データ D_o には、復調された通話データおよびパイロットデータが含まれている。

【0012】次に、加算回路4は、既知のパイロットデータ D_p と復調されたパイロットデータとをシンボル毎に比較して、その差分を誤差データ D_e として出力する。

【0013】ウェイト制御部5は、各アンテナ素子の信号データ D_1 , D_2 , …, D_n にチャネル推定値の複素共役 D_c をそれぞれ乗算する乗算回路（図示せず）を有し、これら乗算回路の出力データおよび加算回路4からパイロットデータシンボル毎に出力される誤差データ D_e に基づき、誤差データ D_e の値が最小となるように最小自乗平均誤差（Minimum Mean squared Error: MMSE）基準により適応的にウェイト W_1 , W_2 , …, W_n を計算し制御する。

【0014】最小自乗平均誤差基準によりウェイトを決定する手法（アルゴリズム）としては、例えば、既知のパイロットデータ（参照信号）に基づいて、実際に受信したパイロットデータとの自乗誤差成分を最小化するようにウェイトを決定するLMS（Least Mean Square）手法やRLS（Recursive Least Square）手法が提案されている。

【0015】ところで、ウェイト制御部5は、初期段階では、各ウェイトを計算できないので、ウェイトの初期値として、例えば、ある1つの素子に対応するウェイトのみ「1」（実部が1、虚部が0）とし、他のすべての素子に対応するウェイトを「0」（実部、虚部が共に0）とし、これら初期値を予め設定しておく。

【0016】その後、チャネル推定値の複素共役 D_c がそれぞれ乗算された各アンテナ素子の信号データ系と誤差データ D_e とに基づき、最小自乗平均誤差基準によるウェイトの最適化を行うことにより、初期値から最適値に向けて少しずつウェイトを変化させ、最終的に最適ウェイト値に収束させる。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来例では、次のような問題点を有している。

【0018】第1の問題点は、パイロットデータシンボル毎に出力される誤差データDeに基づき、適応アルゴリズムによりシンボル毎にウェイトを計算し、そのウェイトを次のシンボルに適用して復調するので、ウェイトが収束するまで期間は復調誤差が大きいという問題点がある。

【0019】第2の問題点は、ウェイトがノイズの影響を受けてかなり変動するため、例えばウェイトが収束したかに見えても、実際は不安定なウェイトに変化することがあり、特定のシンボルのときに復調誤差が増えるという問題点がある。また、ノイズが急激に増大した場合には、特定のシンボルで復調誤差が増えるだけでなく、適応アルゴリズムにおいてウェイトが発散し、以降のウェイト処理で大幅な復調誤差をもたらすこともあるという問題点がある。

【0020】本発明の目的は、受信装置立ち上げ後、ウェイトが収束するまでの期間での復調誤差をできるだけ少なくし、また、ノイズの影響によるウェイトの不安定性を極力低減させ、復調誤差をできるだけ少なくすると共に、ウェイトの発散を完全に排除することにある。

【0021】

【課題を解決するための手段】本発明の受信装置は、復調されたパイロットデータと既知のパイロットデータとの差分を示す誤差データの値が最小となるように各アンテナ素子の信号データにそれぞれ乗算するウェイトをスロット内のシンボル毎に更新出力するウェイト制御部と、前記各アンテナ素子の信号データに前記ウェイトをそれぞれ乗算する乗算回路と、これら乗算回路の出力データを合成する合成部と、この合成部の出力データを復調する復調部と、この復調部の復調出力データに含まれる前記復調されたパイロットデータと前記既知のパイロットデータとの差分をとって前記誤差データを生成する加算回路とを有する第1の受信系と、前記第1の受信系のウェイト制御部から出力されるシンボル毎のウェイトを受けて1スロット分を記憶し、その中から最適のウェイトを一つ選択する最適ウェイト選択手段と、前記各アンテナ素子の信号データに前記最適ウェイトをそれぞれ乗算する乗算回路と、これら乗算回路の出力データを合成する合成部と、この合成部の出力データを復調し復調出力データを出力する復調部とを有する第2の受信系とを備える。

【0022】上記構成において、前記第2の受信系の最適ウェイト選択手段は、前記第1の受信系のウェイト制御部から出力されるシンボル毎のウェイトを受けて1スロット分をメモリに記憶し、このメモリに記憶された前記シンボル毎のウェイトに対してビームパターンをそれぞれ算出し、算出された各ビームパターンについて受信電力が最大となるピーク方位を検出し、前スロットの最適ウェイトのビームパターンのピーク方位との方位差をそれぞれ算出し、前記方位差が一定値以内である各ビー

ムパターンに対して前記ピーク方位の受信電力を基準として他の方位の受信電力とのレベル差を全方位について平均して平均レベル差をそれぞれ算出し、これら平均レベル差が最大となるビームパターンに該当するウェイトを最適ウェイトとして選択する。

【0023】具体的には、前記第1の受信系のウェイト制御部からシンボル毎に出力されるウェイトの1スロット分を記憶すると共に最適ウェイトの選択処理における算出結果データを一時保管する共通ワークメモリと、この共通ワークメモリに記憶された前記ウェイトに基づき全方位の受信電力を計算するビームパターン算出部と、このビームパターン算出部によりシンボル毎に算出されたビームパターンについて受信電力のピーク値を示すピーク方位をそれぞれ検出するピーク方位検出部と、前スロットの最適ウェイトから算出されたビームパターンのピーク方位と前記ピーク方位検出部により検出された前記ピーク方位とを比較しこの方位差が予め設定された一定値以内であるか否かを判定するピーク方位有効判定部と、このピーク方位有効判定部により前記方位差が一定値以内であると判定された各ビームパターンについてピーク方位の受信電力を基準として他の方位の受信電力とのレベル差を全方位について求めて平均する平均レベル差算出部と、この平均レベル差算出部により算出された各ビームパターンの平均レベル差を順次比較して平均レベル差が最大となるビームパターンに該当するウェイトを前記最適ウェイトとして選択するウェイト選択部とを有する。

【0024】また、前記第2の受信系の最適ウェイト選択手段は、前記第1の受信系のウェイト制御部から出力されるシンボル毎のウェイトを受けて1スロット分をメモリに記憶し、このメモリに記憶された前記シンボル毎のウェイトに対してビームパターンをそれぞれ算出し、前スロットの最適ウェイトのビームパターンのピーク方位に対応する受信電力を基準として他の方位の受信電力とのレベル差を全方位について平均して平均レベル差をそれぞれ算出し、これら平均レベル差が最大となるビームパターンに該当するウェイトを最適ウェイトとして選択する。

【0025】具体的には、前記第1の受信系のウェイト制御部からシンボル毎に出力されるウェイトの1スロット分を記憶すると共に最適ウェイト選択処理における算出結果データを一時保管するための共通ワークメモリと、この共通ワークメモリに記憶された前記ウェイトに基づき全方位の受信電力を計算するビームパターン算出部と、前スロットの最適ウェイトから算出したビームパターンのピーク方位に対応する今回のウェイトから算出したビームパターンの同じ方位での受信電力を基準として他の方位の受信電力とのレベル差を全方位について求めて平均する平均レベル差算出部と、前記1スロット分の各シンボルのウェイトから算出した平均レベル

10

20

30

40

50

差を順次比較して相対平均レベル差が最大となるビームパターンに該当するウェイトを最適ウェイトとして選択するウェイト選出部と、前記最適ウェイトのビームパターンのピーク方位を検出するピーク方位検出部とを有する。

【0026】更に、前記第2の受信系の最適ウェイト選択手段は、前記第1の受信系のウェイト制御部から出力されるシンボル毎のウェイトを受けて1スロット分をメモリに記憶し、このメモリに記憶された前記シンボル毎のウェイトの中からスロットの最終シンボルのウェイト

10

【0027】

【発明の実施の形態】次に本発明について図面を参照して説明する。

【0028】図1は本発明の一実施形態を示すブロック図である。ここで、従来例との相違点は、図6に示した従来例と同じ構成の第1の受信系と、第1の受信系でシンボル毎に計算される1スロット分のウェイトから選択された最適ウェイトに基づき、各アンテナ素子の信号データのウェイト制御を行って復調する第2の受信系とを

20

【0029】ところで、第1の受信系は図6に示した従来例と同じ構成であり、各構成要素には図6の構成要素と同じ符号をそれぞれ付している。

【0030】すなわち、第1の受信系は、複数(n)の各アンテナ素子の受信信号から得られた信号データD1, D2, …, Dnにウェイト制御部5からシンボル毎に出力されるウェイトW11, W12, …, W1nを乗算する乗算回路1-1, 1-2, …, 1-nと、乗算回路1-1, 1-2, …, 1-nの出力データを合成する合成部2と、合成部2により合成された信号データを復調する復調部3と、復調されたパイロットデータと既知のパイロットデータDpとをパイロットデータシンボル毎に比較しその差分を誤差データDeとして出力する加算回路4と、各アンテナ素子の信号データD1, D2, …, Dnにチャンネル推定値の複素共役Dcをそれぞれ乗算し、これら乗算した出力データおよび加算回路4からパイロットデータシンボル毎に出力される誤差データDeに基づき、誤差データDeの値が最小となるように最小自乗平均誤差(Minimum Mean Squared Error: MMSE)

30

基準により適応的にウェイトW11, W12, …, W1nをシンボル毎に計算しウェイト制御するウェイト制御部5とで構成されている。

【0031】なお、第1の受信系では復調データを外部に出力せず、最終的な復調データは第2の受信系の復調部9から出力される。第1の受信系については詳細な説明を省略する。

【0032】次に第2の受信系について説明する。

【0033】図1を参照すると、第2の受信系は、複数

50

(n)の各アンテナ素子の信号データD1, D2, …, Dnに所定の遅延をそれぞれ与える遅延部6-1, 6-2, …, 6-nと、遅延部6-1, 6-2, …, 6-nの各出力データに最適ウェイト選択手段10から出力される最適ウェイトW21, W22, …, W2nをそれぞれ乗算する乗算回路7-1, 7-2, …, 7-nと、乗算回路7-1, 7-2, …, 7-nの各出力データを合成する合成部8と、合成部8により合成された信号データを復調して復調データDoを出力する復調部9と、第1の受信系のウェイト制御部5からシンボル毎に出力されるウェイトW11, W12, …, W1nの中からスロット単位で最適なウェイトを一つ選択し、最適ウェイトW21, W22, …, W2nとして出力する最適ウェイト選択手段10とを備えている。

【0034】ここで、遅延部6-1, 6-2, …, 6-nは、乗算回路7-1, 7-2, …, 7-nに入力する信号データと最適ウェイトとのタイミングを一致させるために、最適ウェイト選択手段10において最適ウェイトが選択されるまでの時間だけ各アンテナ素子の信号データD1, D2, …, Dnを遅延させる。

【0035】また、復調部9は、第1の受信系の復調部3と同じ構成であり、同じ動作を行うので、その説明は省略する。

【0036】最適ウェイト選択手段10は、第1の受信系において適応アルゴリズムによりシンボル毎に逐次更新されるウェイトW11, W12, …, W1nを1スロット分記憶し、その中から最適なウェイトを一つ選択して最適ウェイトW21, W22, …, W2nとして出力するように構成される。

【0037】このような第2の受信系を設けることにより、従来のようにシンボル毎にノイズの影響を受けてウェイトが変動することがないので、受信装置が起動した後にはウェイトが収束するまでの期間において、復調誤差を少なくすることができる。また、ウェイトが安定するので、従来のように不安定となって発散するのを完全に防止できる。

【0038】図2は最適ウェイト選択手段10の第1の実施例を示すブロック図である。

【0039】最適ウェイト選択手段10は、第1の受信系のウェイト制御部5からシンボル毎に出力されるウェイトW11, W12, …, W1nの1スロット分を記憶すると共に最適ウェイトの選択処理における算出結果データを一時保管するための共通ワークメモリ101と、共通ワークメモリ101に記憶される第1の受信系の各シンボル毎のウェイトW11, W12, …, W1nに基づき、全方位についての受信電力を計算するビームパターン算出部102と、このビームパターン算出部102によりシンボル毎に算出されたビームパターンについて受信電力のピーク値を示す方位(ピーク方位と

称する)をそれぞれ検出するピーク方位検出部103と、前スロットの最適ウェイトから算出されたビームパターンのピーク方位とピーク方位検出部103により検出されたピーク方位とを比較し、その差が予め設定された一定値以内であるか否かを判定するピーク方位有効判定部104と、ピーク方位有効判定部104によりピーク方位の差が一定値以内であると判定された各ビームパターンについて、ピーク方位の受信電力と他の方位の受信電力とのレベル差を全方位について求めて平均する平均レベル差算出部105と、平均レベル差算出部105によって算出された各ビームパターンの平均レベル差を順次比較し、平均レベル差が最大となるビームパターンを一つ選定し、この選定されたビームパターンに該当するウェイトを最適ウェイト W_{21} , W_{22} , …, W_{2n} として選択し出力するウェイト選択部106と、各部を制御する制御部107とから構成されている。

【0040】図3は、最適ウェイト選択手段10の制御部107の動作を示すフローチャートである。

【0041】まず、制御部107は、第1の受信系のウェイト制御部5からシンボル毎に出力されるウェイト W_{11} , W_{12} , …, W_{1n} を受けて、共通ワークメモリ101に1スロット分を記憶させる(ステップ201)。

【0042】次に、共通ワークメモリ101に記憶させた第1の受信系のウェイト W_{11} , W_{12} , …, W_{1n} をシンボル毎に読み出してビームパターン算出部102へ供給し、全方位について所定の方位間隔でサンプリングして受信電力を公知のアルゴリズムにより計算させ、全方位の受信電力を示すデータ(ビームパターンと称する)を共通ワークメモリ101に記憶させる(ステップ202)。

【0043】スロット内の全てのシンボル毎のウェイトに対してビームパターン算出が終了したならば、共通ワークメモリ101に記憶させたビームパターンを順次読み出してピーク方位検出部103へ供給し、受信電力が最大となる方位を検出させ、共通ワークメモリ101に記憶させる(ステップ203)。

【0044】次に、ピーク方位検出部103により検出されたピーク方位をピーク方位有効判定部104へ供給し、予め記憶させておいた前スロットの最適ウェイトのビームパターンのピーク方位と比較して方位差を算出させ(ステップ204)、その方位差が予め設定された一定値以内であるか否かを判定させる(ステップ205)。そして、方位差が一定値以内であると判定されたならば、共通ワークメモリ101に記憶されている該当ビームパターンに、「有効」フラグを付加する(ステップ206)。また、方位差が一定値を超えていると判定されたならば、共通ワークメモリ101に記憶されている該当ビームパターンに、「無効」フラグを付加する(ステップ207)。

【0045】通常、スロット間でピーク方位が大幅にずれることはないので、仮に大幅にずれているとすれば、適応アルゴリズムで得たウェイトがノイズにより不安定な状態になっていると判断できる。よって、このようにピーク方位を判定することにより、不安定状態となっているウェイトを除去することができる。

【0046】1スロット分の各シンボルについて処理が終了したならば(ステップ208)、「有効」フラグが付加されたビームパターンを共通ワークメモリ101から読み出して平均レベル差算出部105へ供給し、ピーク方位の受信電力を基準として他の方位の受信電力とのレベル差を求めて全方位について平均させ、この平均レベル差を該当ビームパターンに対応させて共通ワークメモリ101に記憶させる(ステップ209)。

【0047】このように平均レベル差を算出することにより、ピーク方位がずれていない場合でも、干渉波の多い不安定な状態のウェイトならば平均レベル差が小さくなり、干渉波の少ない安定な状態のウェイトならば平均レベル差が大きくなるので、干渉波の多い不安定な状態のウェイトなのか、干渉波の少ない安定な状態のウェイトなのかを識別できる。

【0048】最後に、平均レベル差算出部105によって算出された各ビームパターンの平均レベル差を共通ワークメモリから読み出してウェイト選択部106で比較させ、平均レベル差が最大のビームパターンに該当するウェイトを最適ウェイトとして一つ選択させると共に、最適ウェイトおよびそのウェイトのピーク方位を共通ワークメモリ101に記憶させる(ステップ210)。この最適ウェイトに対応するピーク方位は、次のスロットでの最適ウェイトの選択に際してピーク方位有効判定に使用する。

【0049】図4は共通ワークメモリ101に記憶されるデータの一例である。

【0050】ここでは、1スロット分の各シンボルのウェイト評価用ワークエリアおよび最適ウェイト用ワークエリアが設けられている。

【0051】各シンボルのウェイト評価用ワークエリアには、第1の受信系のウェイト、ビームパターン、ピーク方位、有効/無効フラグ、および平均レベル差の各データがそれぞれ記憶される。また、最適ウェイト用ワークエリアには、最適ウェイトおよびそのピーク方位がそれぞれ記憶される。

【0052】なお、マルチパスによる遅延波を考慮して処理する場合は、マルチパスによる遅延波に対してそれぞれ同じ処理を施してマルチパス合成(RAKE合成と称する)をすればよい。

【0053】図5は、最適ウェイト選択手段10の第2の実施例を示すブロック図である。

【0054】図5に示すように、第1の受信系のウェイト制御部5からシンボル毎に出力されるウェイト W_1

1, W12, ……., W1n の 1 スロット分を記憶すると共に最適ウェイト選択処理における算出結果データを一時保管するための共通ワークメモリ 301 と、共通ワークメモリ 301 に記憶されたウェイトに基づき全方位について所定の方位間隔で受信電力をそれぞれ計算するビームパターン算出部 302 と、前スロットの最適ウェイトから算出されるビームパターンのピーク方位に対応する今回のウェイトから算出されるビームパターンにおける同じ方位での受信電力を基準として、他の方位の受信電力とのレベル差を全方位について求めて平均する相対平均レベル差算出部 303 と、スロット内の各シンボルのウェイトから算出された相対平均レベル差を順次比較して最大の相対平均レベル差に対応するウェイトを最適ウェイトとして選択するウェイト選出部 304 と、最適ウェイトのビームパターンのピーク方位を検出するためのピーク方位検出部 305 と、各部を制御する制御部 306 とから構成されている。

【0055】ところで、通常、スロット間でピーク方位が大幅にずれることはなく、ビームパターンも大きく変化することはない。しかし、仮に大幅にずれているとすれば、干渉波の多い不安定な状態のウェイトである可能性が高い。

【0056】いま、前スロットの最適ウェイトから算出されるビームパターンのピーク方位と今回のウェイトから算出されるビームパターンのピーク方位とが大幅にずれている場合は、今回のウェイトから算出されるビームパターンにおける最適ウェイトでのピーク方位と同じ方位の受信電力は、本来のピーク方位の受信電力よりも低くなる。従って、最適ウェイトでのピーク方位と同じ方位の受信電力を基準として他の方位の受信電力との相対平均レベル差を求めるならば、この相対平均レベル差は小さくなる。

【0057】一方、前スロットの最適ウェイトから算出されるビームパターンのピーク方位と今回のウェイトから算出されるビームパターンのピーク方位とのずれが少ない場合は、今回のウェイトから算出されるビームパターンにおける最適ウェイトでのピーク方位と同じ方位の受信電力は、本来のピーク方位の受信電力に近いので、最適ウェイトでのピーク方位と同じ方位の受信電力を基準として他の方位の受信電力とのレベル差を求めるならば、この相対平均レベル差は大きくなる。

【0058】このように、前スロットの最適ウェイトから算出されるビームパターンのピーク方位に基づき受信電力の相対平均レベル差を算出して比較することにより、相対平均レベル差が小さい場合は、干渉波の多い不安定な状態のウェイトであると判定できる。

【0059】相対平均レベル差算出部 303 は、前スロットの最適ウェイトから算出されるビームパターンのピーク方位に対応する今回のウェイトから算出されるビームパターンでの受信電力を基準として、他の方位の受信

電力とのレベル差を全方位について求めて平均する。

【0060】ウェイト選出部 304 は、スロット内の各シンボルのウェイトから算出された相対平均レベル差を順次比較して最大の相対平均レベル差に対応するウェイトを最適ウェイトとして選択する。

【0061】次に、制御部 306 の動作を説明する。

【0062】まず、制御部 306 は、第 1 の受信系のウェイト制御部 5 からシンボル毎に出力されるウェイト W11, W12, ……., W1n を受けて、共通ワークメモリ 301 に 1 スロット分を記憶させる。

【0063】次に、共通ワークメモリ 301 に記憶させた第 1 の受信系のウェイト W11, W12, ……., W1n をシンボル毎に読み出してビームパターン算出部 302 へ供給し、全方位について所定の方位間隔でサンプリングして受信電力を計算させ、全方位の受信電力を示すデータ（ビームパターンと称する）を共通ワークメモリ 301 に記憶させる。

【0064】スロット内の全てのシンボル毎のウェイトに対してビームパターン計算が終了したならば、共通ワークメモリ 301 に記憶させたビームパターンを順次読み出して相対平均レベル差算出部 303 へ供給し、予め記憶させておいた前スロットの最適ウェイトのビームパターンのピーク方位に対応する受信電力を基準として、他の方位の受信電力とのレベル差を全方位について求めて平均させて相対平均レベル差を算出させ、共通ワークメモリ 301 に記憶させる。

【0065】次に、相対平均レベル差算出部 303 によって算出された相対平均レベル差を共通ワークメモリから順次読み出してウェイト選出部 304 で比較させ、相対平均レベル差が最大のビームパターンに該当するウェイトを最適ウェイトとして選択させる。そして、最適ウェイトのビームパターンをピーク方位検出部 305 へ供給してピーク方位を検出させ、最適ウェイトおよびそのピーク方位を共通ワークメモリ 301 に記憶させる。この最適ウェイトに対応するピーク方位は、次のスロットでの最適ウェイトの選択に際して使用する。

【0066】最適ウェイト選択手段 10 の第 3 の実施例として、第 1 の受信系のシンボル毎のウェイトをスロット単位で受けたとき、その中からスロットの最終シンボルのウェイトを最適ウェイトとして選択するようにしてもよい。

【0067】これは、算出処理プロセッサの処理容量が低い場合に最低限の機能として提案できるものであり、特に、受信装置の初期立ち上げからウェイトが収束するまでの期間で効果的であり、簡単な構成でウェイトが収束するまでの期間において復調誤差を少なくすることができ、また、シンボル単位でノイズに振られることがないので、ウェイトの不安定性をなくし、ウェイトの発散を完全になくすることができる。

【0068】

10

20

30

40

50

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、第1の受信系で生成されるスロット内の各シンボル毎のウェイトの中から最適のウェイトを1つ選び、この最適ウェイトを使用して復調処理を行うことにより、受信装置立ち上げ後ウェイトが収束するまでの期間において復調誤差を少なくすることができる。また、不安定なウェイトが選択されないで、従来のようにシンボル毎にノイズで振られてウェイトが不安定化するのを防止でき、復調誤差を低減でき、更にウェイトの発散を完全に排除することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示す図である。

【図2】図1に示した最適ウェイト選択手段10の第1の実施例を示すブロック図である。

【図3】最適ウェイト選択手段10の制御部107の動作を示すフローチャートである。

【図4】最適ウェイト選択手段10の共通ワークメモリ101に記憶されるデータ例を示す図である。

【図5】最適ウェイト選択手段10の第2の実施例を示すブロック図である。

【図6】従来例を示すブロック図である。

【符号の説明】

* 1, 7 乗算回路

2, 8 合成部

3, 9 復調部

4 加算回路

5 ウェイト制御部

6 遅延部

10 最適ウェイト選択手段

101, 301 共通ワークメモリ

102, 302 ビームパターン算出部

103, 305 ピーク方位検出部

104 ピーク方位有効判定部

105 平均レベル差算出部

106 ウェイト選択部

304 ウェイト選出部

303 相対平均レベル差算出部

D1, D2, …… Dn 各アンテナ素子の信号データ

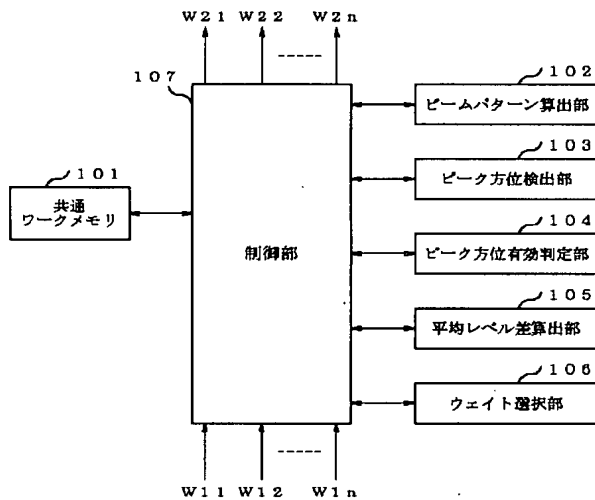
De 誤差データ

Dp 既知のパイロットデータ

20 W11, W12, …… W1n 第1の受信系のウェイト

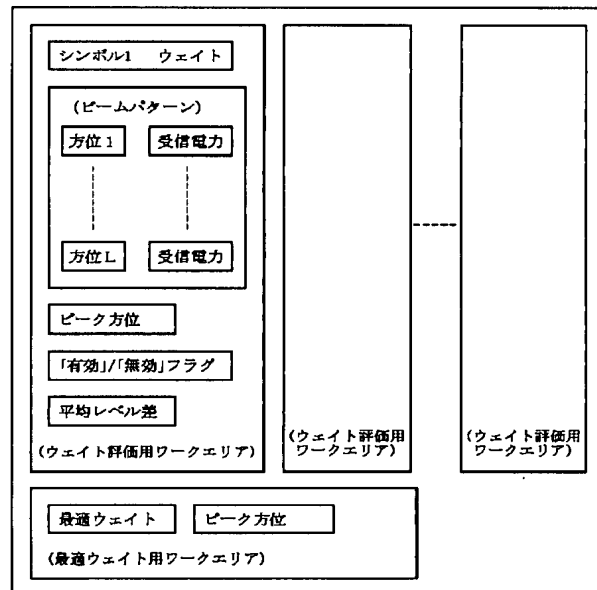
* W21, W22, …… W2n 最適ウェイト

【図2】

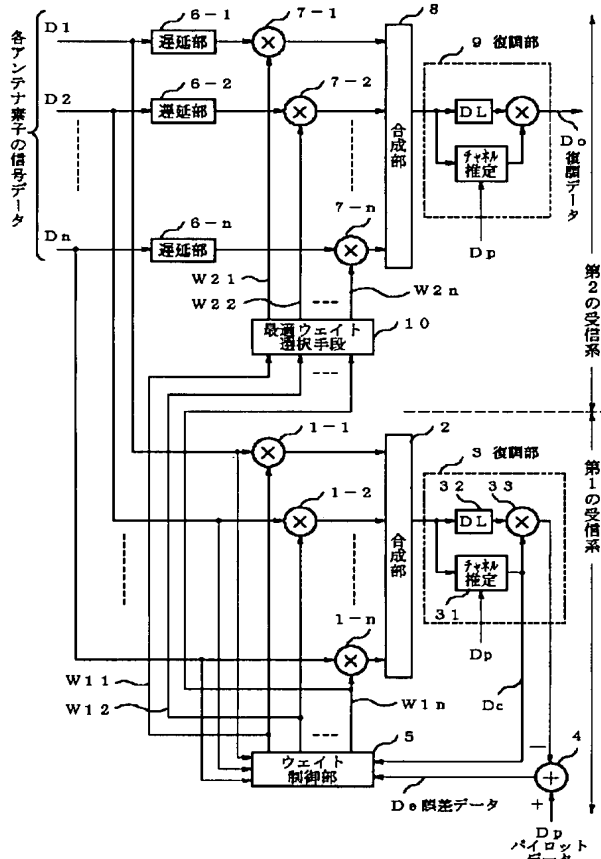


10 最適ウェイト選択手段

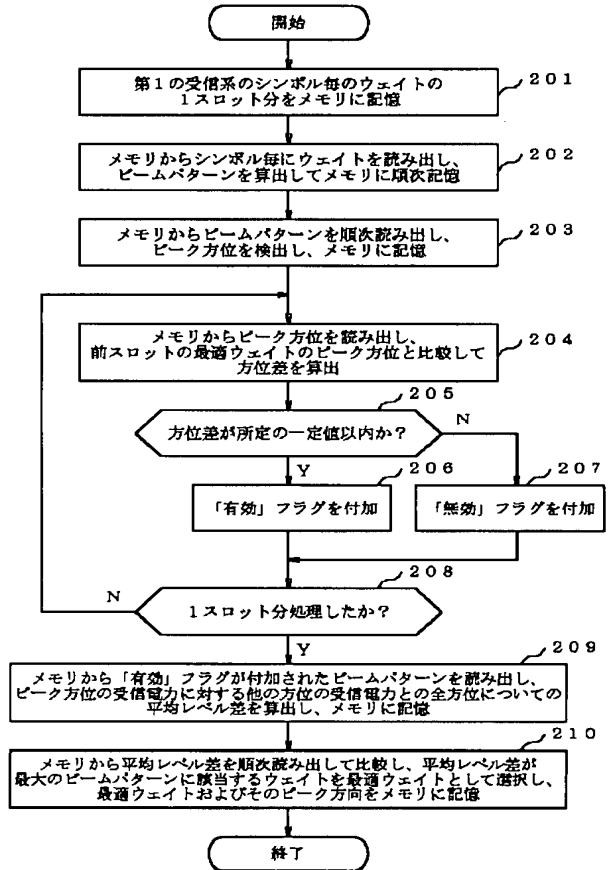
【図4】



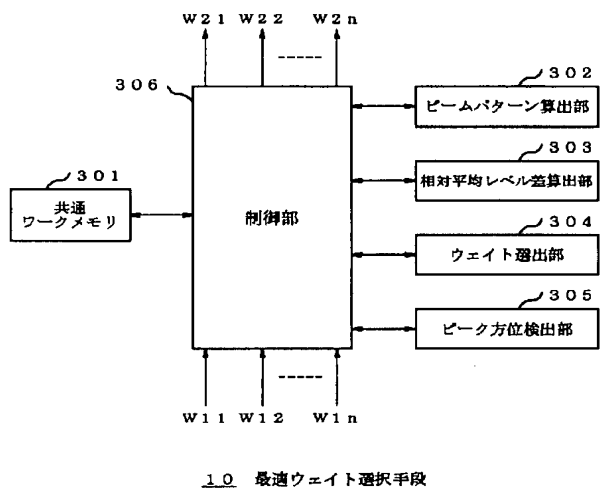
【図 1】



【図 3】



【図 5】



10 最適ウェイト選択手段

【図 6】

